

CAMPURAN BERASPAL PORUS DWILAPISAN SEBAGAI LAPIS PERMUKAAN JALAN YANG RAMAH LINGKUNGAN DI PERKOTAAN

Hardiman

Dosen Teknik Sipil
Universitas Syiah Kuala
Darussalam, Banda Aceh, Indonesia 23111
hardiman_m@yahoo.com

Abstract

The pleasurable of driving on roads with high level of safety is expected by all road users in developed and developing countries. Communities who live in big cities near to road crossings definitely do not expect noise that which could disturb their daily lives. In this paper, several research findings will be presented related to double layer porous asphalt, in laboratory as well as its application, in some developed countries. It is shown that the use of finer upper layer with less thickness could function as noise reducer. In addition, the double layer porous asphalt has the level of noise very much lower than those of other conventional asphalts. However, the porous asphalt needs maintenance to prevent its void from clogging of debris and other small materials. Another factor that could reduce its service life is the influence of over-loaded vehicles which causes the voids become smaller.

Keywords: Double layer porous asphalt, environment, noise, voids and permeability.

PENDAHULUAN

Lapis permukaan perkerasan jalan merupakan lapis yang langsung bersentuhan dengan permukaan roda kendaraan. Distribusi beban roda yang diterima lapis permukaan jauh lebih besar daripada yang diterima oleh lapis di bawahnya. Alasan inilah menyebabkan lapis permukaan dirancang dengan mutu bahan yang lebih baik dan dengan syarat teknis yang lebih tinggi. Lapisan permukaan yang terbuat dari lapisan beraspal campuran panas (*hot mix*) adalah campuran yang paling sering digunakan. Pemilihan jenis campuran beraspal sangat terkait dengan tujuan pembuatan konstruksi itu sendiri. Bila konstruksi perkerasan beraspal yang digunakan berorientasi pada kekuatan (stabilitas tinggi) maka dapat digunakan gradasi rapat (*dense-graded*), bila untuk fleksibilitas dan durabilitas dapat digunakan gradasi senjang (*gap-graded*), sedangkan untuk tujuan *permeability* dapat digunakan gradasi terbuka (*open-graded*).

Makalah ini tidak membahas semua tipe campuran beraspal tersebut, tetapi hanya ingin memperlihatkan jenis perkerasan beraspal yang ramah dengan lingkungan perkotaan. Perkembangan dan pembangunan yang berkelanjutan di bidang infrastruktur, terutama jalan raya, yang dapat memperbaiki tingkat keselamatan, kenyamanan, dan ramah lingkungan perkotaan merupakan harapan semua pengguna. Banyak kota-kota besar di negara-negara maju telah menggunakan jenis campuran beraspal porus dwilapisan, yang merupakan generasi terbaru campuran beraspal porus. Campuran jenis ini sangat populer pada 10 tahun terakhir ini. Beberapa hasil penyelidikan memperlihatkan bahwa jenis campuran beraspal ini dapat memberikan suatu keuntungan, terutama tingkat kebisingan yang lebih rendah dan kemampuan alir air yang tinggi, yang diharapkan dapat mengurangi pengaruh silau mata pengemudi dan mempertahankan kekesatan lapis permukaan.

SEJARAH PERKEMBANGAN CAMPURAN BERASPAL PORUS

Campuran beraspal porus sudah banyak digunakan di negara-negara maju, seperti Belanda, Spanyol, Belgia, Inggris, Amerika Serikat, Jepang, dan Singapura (Hwee and Guwe, 2004). Campuran beraspal porus awalnya dikenal sebagai jenis campuran *open-graded friction courses* (OGFCs) yang telah digunakan sejak tahun 1950 di Amerika Serikat untuk meningkatkan kekesatan perkerasan beraspal (Watson, 2003). Banyak nama lain yang digunakan untuk campuran beraspal porus, seperti "*Drain asphalt*" di Perancis, "*whispering asphalt*" di Jerman, dan "*Popcorn mix*" di Amerika Serikat (Kandhal and Mallick, 1998). Penyelidikan yang berkelanjutan terhadap campuran beraspal porus ini terus dilakukan. Selama 10 tahun terakhir ini sudah diperkenalkan campuran beraspal porus generasi baru, yaitu campuran beraspal dwilapisan. Maksud desainnya adalah untuk mengkombinasikan efek alir air pada lapis permukaan lapis bawah (*base layer*) yang menggunakan agregat yang lebih kasar dengan tingkat kebisingan yang lebih rendah pada lapis permukaan (*top layer*) yang menggunakan butir yang lebih halus. Lapis permukaan yang lebih halus dan tipis pada *top layer* dirancang untuk dapat bekerja sebagai penyaring (*filter*) yang menahan debu atau benda-benda kecil lainnya masuk ke dalam rongga. Lapis bawah yang lebih kasar bermaksud untuk menghasilkan alir air yang lebih baik dan dapat berperan sebagai penyerap bunyi (Ripke, 2004). Selanjutnya susunan lapis perkerasan beraspal porus dwilapisan dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2, dengan lapis permukaan yang lebih halus diletakkan di atas lapis bawah yang lebih kasar (Bochove, 2000).



Gambar 1 Susunan Lapis Atas dan Bawah pada Perkerasan Beraspal Porus Dwilapisan



Gambar 2 Konstruksi Perkerasan Beraspal Porus Dwilapisan

PARAMETER CAMPURAN BERASPAL PORUS DWILAPISAN

Ada beberapa parameter yang akan diperlihatkan dalam menganalisis campuran beraspal porus dwilapisan. Beberapa parameter adalah tingkat kebisingan, kemampuan alir air, stabilitas Marshall, dan daya tahan terhadap disintegrasi. Tingkat kebisingan perkerasan beraspal porus sangat dipengaruhi oleh ukuran maksimum agregat yang digunakan. Dalam makalah ini, hasil yang diperlihatkan adalah hasil penyelidikan yang dilakukan di beberapa negara, seperti Belanda dan Denmark. Kemampuan alir air, stabilitas Marshall, dan daya tahan terhadap disintegrasi diperoleh dari hasil penyelidikan dan pengembangan campuran beraspal porus di Malaysia (Hardiman, 2007).

Bahan pengikat yang digunakan dalam penelitian campuran beraspal porus dwilapisan di Malaysia adalah aspal semen penetrasi 60/70 dan bahan pengikat *modified SBS (styrene butadiene styrene)*. Kadar bahan pengikat yang digunakan didasarkan pada hasil uji *cantabrian* dan *drainage*. Dari hasil uji diperoleh kadar bahan pengikat untuk agregat 10 mm, 14 mm, dan 20 mm masing-masing 5,4%, 5,0%, 4,5% untuk aspal semen penetrasi 60/70 dan 5,7%, 5,2%, dan 4,6% untuk SBS (Hardiman, 2004).

Untuk memudahkan dan penyederhanaan dalam pengenalan jenis campuran, dibuat kode campuran. Campuran beraspal konvensional satu lapis diberi tanda (SL). Nomor di depan SL menandakan ukuran nominal maksimum agregat kasar (NMAS) yang digunakan. Campuran beraspal porus dwilapisan diberi tanda (DL). Simbol D1, D2, dan D3 setelah DL mewakili tebal lapis atas, masing-masing 30 mm, 20 mm, dan 10 mm, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 (Hardiman, 2007).

Table 1 Identifikasi Campuran Beraspal Porus

Tipe Campuran	NMAS (mm)			
	14		10	
Campuran Konvensional (Single Layer PA)	14SL		10SL	
Campuran Dwilapisan (Double Layer PA)	Lapis Permukaan/Bawah (NMAS)	Tebal Lapis Permukaan (mm)		
		30	20	15
	14/20	14DLD1	14DLD2	14DLD3
	10/20	10DLD1	10DLD2	10DLD3

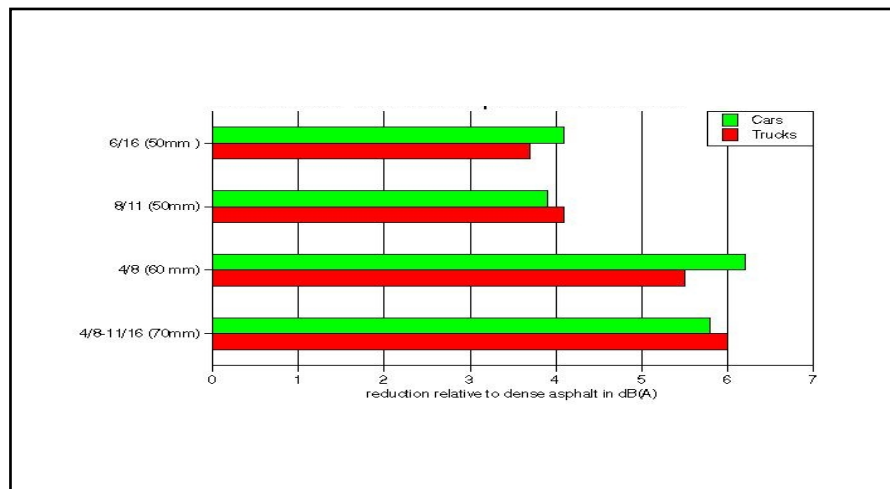
BEBERAPA HASIL PENYELIDIKAN TENTANG CAMPURAN BERASPAL PORUS

Tingkat Kebisingan Campuran Beraspal Porus Dwilapisan

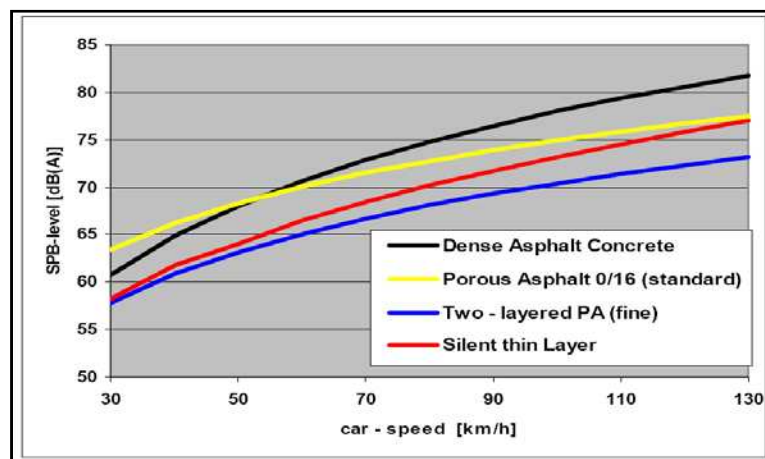
Pada kongres *Eurobitume* atau *Euroasphalt* tahun 1996 di Strassbourg dilaporkan bahwa tingkat kebisingan campuran beraspal porus yang digunakan sangat terkait dengan ukuran butir agregat dan tebal lapisan yang digunakan. Ada 4 (empat) tipe campuran beraspal porus yang diamati, yaitu campuran beraspal porus 6/16 (50 mm), 8/11 (50 mm), 4/8 (60 mm), dan 4/8-11/16 (70 mm). Adapun sumber kebisingan yang digunakan adalah mobil sedan dan truk, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3 (Bochove, 2000).

Selanjutnya penelitian terhadap campuran beraspal porus terus dikembangkan. Penyelidikan terhadap campuran beraspal porus dwilapisan dibandingkan dengan campuran beraspal porus konvensional dan beton aspal pada berbagai kecepatan kendaraan juga telah dilakukan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 (www.unece.org/trans/doc).

Ada 4 (empat) tipe campuran yang digunakan, yaitu campuran beraspal porus dwilapisan, campuran beraspal porus konvensional (*silent-thin layer* dan campuran beraspal porus 0/16), dan beton aspal. Sumber bising yang digunakan adalah mobil sedan. Hasil yang didapat memperlihatkan bahwa tingkat kebisingan campuran beraspal meningkat bila kecepatan kendaran meningkat. Walaupun demikian, nilai kebisingan campuran beraspal porus dwilapisan lebih rendah bila dibandingkan dengan jenis campuran beraspal lainnya.



Gambar 3 Pengurangan Nilai Kebisingan Beberapa Tipe Campuran Beraspal Porus terhadap Lapis Beton Aspal



Gambar 4 Nilai Kebisingan Berbagai Jenis Campuran Beraspal

Penyelidikan yang dilakukan oleh Huber (2000), di kawasan jalan-jalan perkotaan, di Denmark menemukan bahwa pada kecepatan lambat nilai kebisingan yang dihasilkan oleh campuran beraspal porus juga lebih rendah. Nilai kebisingan ini cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya usia perkerasan beraspal porus. Nilai kebisingan ini juga dipengaruhi oleh tebal lapisan beraspal porus. Campuran dengan tebal 12 mm menghasilkan nilai kebisingan sedikit lebih tinggi bila dibandingkan dengan campuran yang mempunyai tebal 8 mm. Hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Tingkat Kebisingan Campuran Beraspal Porus di Kawasan Perkotaan di Denmark

Usia (tahun)	Nilai Kebisingan dB(A)	
	12 mm	8 mm
0	70,8	68,0
1	70,8	69,8
2	71,2	71,0
3	72,8	72,7

Kemampuan Alir Air

Campuran beraspal porus dirancang untuk mendapatkan rongga-rongga yang saling bersambungan (*interconnected*) dengan *permeability* tinggi. Air dengan mudah dapat memasuki perkerasan dan dipindahkan dari permukaan. Kemampuan memindahkan air campuran beraspal porus dapat menurunkan usia perkerasan. Pengumpulan benda-benda kecil dan debu dalam rongga permukaan dapat menurunkan kemampuan alir air. Pengurangan rongga 3% sampai 4% selama 2 tahun telah menurunkan kemampuan alir air hingga 70% sampai 80% (Huber, 2000).

Penyelidikan yang dilakukan di Malaysia (Hardiman, 2007) memperlihatkan bahwa nilai *permeability* campuran beraspal porus dipengaruhi oleh bahan pengikat dan ukuran maksimum agregat lapis permukaan yang digunakan. Bila digunakan bahan pengikat *modified SBS (styrene butadiene styrene)*, kemampuan alir air meningkat rata-rata 7,1% untuk campuran beraspal porus dwilapisan dengan ukuran maksimum agregat lapis permukaan 14 mm dan 8,0% untuk ukuran maksimum agregat lapis permukaan 10 mm, bila dibandingkan dengan campuran yang menggunakan bahan pengikat aspal penetrasi 60/70, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Bagaimanapun kemampuan alir air aspal porus dwilapisan umumnya lebih tinggi dari campuran aspal porus konvensional.

Tabel 3 Kemampuan Alir Air untuk Campuran Beraspal Porus

Tipe Campuran	Waktu Alir Air (s)		Perbedaan Waktu Alir Air (%)
	Pen 60/70	Aspal Modifikasi (SBS)	
14DLD1	53,24	58,41	9,7
14DLD2	53,12	55,26	4,0
14DLD3	48,48	52,12	7,5
Rata-rata			7,1

Tabel 4 Kemampuan Alir Air untuk Campuran Beraspal Porus

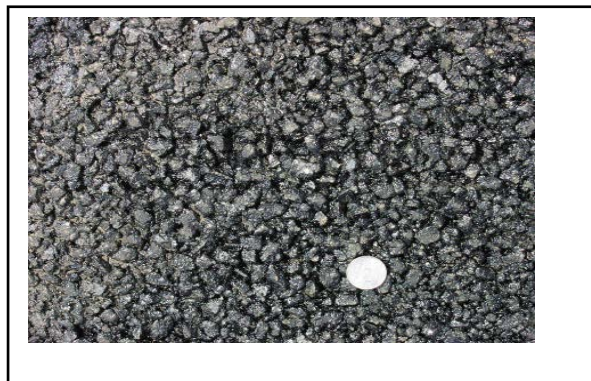
Tipe Campuran	Waktu Alir Air (s)		Perbedaan Waktu Alir Air (%)
	Pen 60/70	Aspal Modifikasi (SBS)	
10DLD1	53,95	59,93	11,1
10DLD2	52,84	56,29	6,5
10DLD3	48,19	51,28	6,4
Rata-rata			8,0

Tekstur Lapis Permukaan

Tekstur permukaan yang mempengaruhi gesekan adalah *microtexture* dan *macrotexture*. Penyelidikan di negara-negara Eropa melaporkan bahwa *macrotexture* mengurangi jumlah kecelakaan baik pada kondisi permukaan jalan basah maupun kondisi permukaan kering. Penyelidikan ini juga memperlihatkan bahwa peningkatan *macrotexture* dapat mengurangi kecelakaan pada kecepatan rendah (Henry, 2000). Selanjutnya penyelidikan McDaniel et al (2004) menunjukkan bahwa kekesatan permukaan dipengaruhi oleh kualitas agregat dan gradasi. Perbedaan tekstur permukaan antara campuran beraspal porus dan campuran beraspal konvensional dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Perkerasan Beraspal Porus



Gambar 6 Perkerasan Beraspal Konvensional

Stabilitas Marshall

Perbedaan nilai stabilitas Marshall antara campuran beraspal porus dwilapisan dan campuran beraspal porus konvensional dapat dilihat pada Tabel 5 (Hardiman, 2007). Hasil ini memperlihatkan bahwa rata-rata nilai stabilitas Marshall campuran beraspal porus dwilapisan yang menggunakan bahan pengikat aspal *modified SBS* menurun bila dibandingkan dengan nilai stabilitas Marshall campuran beraspal porus konvensional. Peningkatan nilai stabilitas Marshall akibat menggunakan bahan pengikat *modified SBS*, adalah sebesar 26,6% untuk campuran beraspal porus konvensional dengan agregat maksimum 14 mm dan nilai ini tak begitu berbeda untuk campuran beraspal porus dwilapisan, baik yang menggunakan ukuran agregat lapisan permukaan 10 mm maupun 14 mm.

Tabel 5 Stabilitas Campuran Beraspal Porus

Tipe Campuran	Stabilitas (kN)		Perbedaan Nilai Stabilitas (%)
	Pen 60/70	Aspal Modifikasi (SBS)	
14DLD1	5,98	6,36	6,3
14DLD2	5,41	6,06	12,0
14DLD3	4,97	6,23	25,3
10DLD1	5,85	6,63	13,3
10DLD2	5,50	5,93	7,8
10DLD3	4,71	5,71	21,2
14SL	5,26	6,66	26,6
10SL	5,34	6,51	21,9

Daya Tahan Terhadap Disintegrasi

Daya tahan terhadap disintegrasi campuran beraspal porus dapat dilihat pada Tabel 6 (Hardiman, 2007). Daya tahan ini campuran beraspal porus diuji dengan alat uji *Cantabro*. Hasil uji memperlihatkan bahwa daya tahan terhadap disintegrasi campuran beraspal porus dipengaruhi oleh jenis bahan pengikat dan ukuran maksimum agregat yang digunakan. Campuran beraspal porus yang menggunakan bahan pengikat *modified SBS* dapat meningkatkan daya tahan terhadap disintegrasi, yang ditandai dengan rendahnya nilai abrasi. Daya tahan terhadap disintegrasi campuran beraspal porus dwilapisan dengan campuran beraspal porus konvensional tidak banyak berbeda.

Tabel 6 Hasil Uji *Cantabro*

Tipe Campuran	Nilai Abrasi (%)		Perbedaan Nilai Abrasi (%)
	Pen 60/70	Aspal Modifikasi (SBS)	
14DLD1	6,51	2,73	58,1
14DLD2	6,37	3,00	52,9
14DLD3	7,76	4,48	42,3
10DLD1	5,73	1,38	75,9
10DLD2	6,34	3,24	48,9
10DLD3	6,56	3,86	41,2
14SL	6,50	2,77	57,4
10SL	4,11	1,96	52,3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penyelidikan campuran beraspal porus baik campuran beraspal porus dwilapisan maupun campuran beraspal porus konvensional, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kebisingan pada perkerasan beraspal porus dwilapisan umumnya lebih rendah daripada yang terdapat pada perkerasan konvensional lainnya. Menempatkan lapis atas yang lebih tipis dan dengan agregat yang lebih halus menghasilkan nilai kebisingan

yang lebih rendah. Hal ini memberikan rasa aman bagi pengguna jalan serta memberikan rasa nyaman bagi penduduk yang pemukimannya berdekatan dengan jaringan jalan.

2. Keselamatan pengguna jalan meningkat karena lapis permukaan jalan beraspal porus lebih kesat dan kemampuan alir air yang dimilikinya menyebabkan air tidak sempat tergenang di permukaan, sehingga efek silau dan licin dapat diperbaiki.
3. Gradasi terbuka yang dimiliki oleh campuran beraspal porus menyebabkan kekuatan dan daya tahan terhadap disintegrasi campuran ini lebih rendah bila dibandingkan dengan campuran beton aspal. Tetapi dengan menggunakan bahan pengikat *modified SBS* telah dapat dipenuhi syarat minimum, baik stabilitas Marshall maupun daya tahan terhadap disintegrasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pembimbing tesis Prof. Madya Dr. Meor Othman Hamzah, atas segala nasehat, saran, dan bimbingannya. Terima kasih juga disampaikan kepada pemerintah Malaysia, dalam hal ini Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar atas dana yang diberikan dalam Project IRPA, sehingga penelitian ini dapat berjalan tepat pada waktunya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bochove, V.G.G. 2000. *Porous Asphalt (Two-layered)-Optimizing and Testing*. Proceedings of 2nd Eurasphalt and Eurobitume Congress. Barcelona.
- Hardiman. 2004. *Application of Cantabrian and Binder Drainage Tests in Designing of Porous Asphalt Binder Content*. Jurnal Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi, Volume 4, No. 2. Bandung.
- Hardiman. 2007. *Engineering Properties and Clogging Behaviour of Double Layer Porous Asphalt*. PhD Thesis, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- Henry, J. J. 2000. *Evaluation of Pavement Friction Characteristics*. National Co-Operative Highway Research Program, NCHRP Synthesis 291, Transportation Research Board. Washington, DC.
- Huber, G. 2000. *Performance Survey on Open-graded Friction Course Mixes*. National Co-Operative Highway Research Program, Synthesis of Highway Practice 284, Transportation Research Board. Washington, DC.
- Hwee, L. B and Guwe, V. 2004. *Performance-related Evaluation of Porous Asphalt Mix Design*. Proceeding of Malaysian Road Conference. Kuala Lumpur.
- Kandhal, P. S and Mallick, R. B. 1998. *Open-graded Friction Course: State of the Practice*. Transportation Research Board, Washington, DC.
- McDaniel, R. S., Thornton, W. D and Dominguez, J. G. 2004. *Field Evaluation of Porous Asphalt Pavement*. Final Report SQDH 2004-3, HL-2004-6, the Institute for Safe, Quiet, and Durable Highways, USA.
- Ripke, O. 2004. *Reducing Traffic Noise by Optimising Hot-mix Asphalt Surface Courses*. Proceedings of 3rd Eurasphalt and Eurobitume Congress, Vienna.
- Watson, D. E., Moore, K. A., William, K and Cooley, L. A. 2003. *Refinement of New Generation Open-graded Friction Course Mix Design*. Annual Meeting of the Transportation Research Board, Auburn.